

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000012412 A**

(43) Date of publication of application: 14.01.00

(51) Int. Cl

H01L 21/02

H01L 21/68

(21) Application number: 10171755

(71) Applicant: KOKUSAI ELECTRIC CO LTD

(22) Date of filing: 18.06.98

(72) Inventor: MAKITANI MASAHIRO

**(54) METHOD AND DEVICE FOR MONITORING  
PERFORMANCE OF SEMICONDUCTOR  
PRODUCING DEVICE**

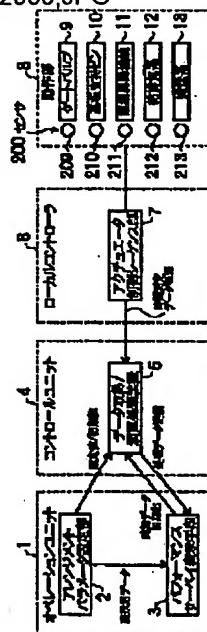
and displayed on the screen of its survey display means 3.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce the performance monitoring work, to predict troubles and to accurately catch the symptom of accident occurrence by automatically detecting and displaying the operating state of an operating part.

**SOLUTION:** A sensor 200 of an operating part 8 used for control or safety measure is utilized for performance monitoring. The operating part 8 is operated by issuing a sequence instruction from a control unit 4 to a local controller 6. The operating state of the operating part 8 (such as gate valve 9 or substrate support pin 10) is detected from the sensor 200, and detection data are fetched via the local controller 6 into the control unit 4. The fetched detecting data are arranged on the time base by a data acquiring/operating processing device 5. The detecting data are arithmetically processed. Thus, processing data for monitoring the operation of a device and calculating performance are provided. These processing data are transmitted to an operation unit 1



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-12412

(P2000-12412A)

(43)公開日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 01 L 21/02  
21/68

識別記号

F I

H 01 L 21/02  
21/68

テキスト(参考)

Z 5 F 0 3 1  
A

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全13頁)

(21)出願番号 特願平10-171755

(22)出願日 平成10年6月18日 (1998.6.18)

(71)出願人 000001122

國際電気株式会社

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72)発明者 ▲植▼谷 雅広

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際

電気株式会社内

(74)代理人 100090136

弁理士 油井 透 (外2名)

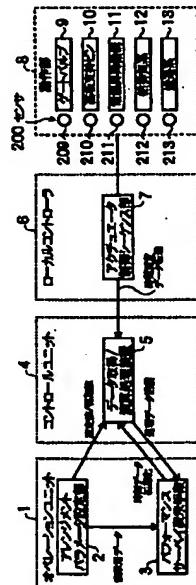
Fターム(参考) 5F031 BB09 CC12 GG03 GG10 GG20  
KK07 LL02 LL03 LL05 MM10

(54)【発明の名称】 半導体製造装置の性能監視方法および装置

(57)【要約】

【課題】 動作部の動作状態を自動検出して表示させることにより、性能監視作業を軽減し、トラブルの予知、事故発生の兆候を精度よく掴めるようにする。

【解決手段】 制御用もしくは安全対策用に使用されている動作部8のセンサ200を性能監視用に利用する。コントロールユニット4からローカルコントローラ6にシーケンス命令を発行して動作部8を動作させる。センサ200から動作部8(ゲートバルブ9や基板支持ピン10など)の動作状態を検出して、検出データをローカルコントローラ6を介してコントロールユニット4に取り込む。取り込んだ検出データはデータ取得/演算処理装置5で時間軸上に並べる。検出データを演算処理する。これにより装置の動作監視、性能算出用の処理データを得る。この処理データをオペレーションユニット1に送信して、そのサーベイ表示手段3に画面表示する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体製造装置の動作部に動作状態を検出する監視用のセンサを設け、このセンサで検出した動作部の動作状態に基づいて半導体製造装置の性能を監視するようにした半導体製造装置の性能監視方法。

【請求項2】前記監視用のセンサとして、制御用または安全対策用として前記動作部に設けられている既存のセンサを使用した請求項1に記載の半導体製造装置の性能監視方法。

【請求項3】請求項2に記載の半導体製造装置の性能監視方法において、前記既存のセンサを監視用のセンサとして使用するために前記センサの動作タイミングを時間軸上に並べ

このように動作タイミングを時間軸上に並べたセンサから動作部の動作状態を検出し、検出したデータを演算処理して前記動作部の動作監視用データまたは装置性能算出用データを作成し、これを表示するようにした半導体製造装置の性能監視方法。

【請求項4】半導体製造装置の動作部の動作状態を検出するセンサと、前記動作部を所定のシーケンスで動かすとともに、前記センサで検出した前記動作部の動作状態のデータを転送する副制御部と、

該副制御部に所定のシーケンス命令を与えるとともに、前記副制御部から転送されてきたデータを取得し、演算処理して処理データを作成する主制御部と、

前記主制御部で作成した処理データを動作監視用データまたは装置性能算出用データとして出力する出力部とを備えた半導体製造装置の性能監視装置。

【請求項5】前記センサとして既存の制御用または安全対策用のセンサを利用した請求項4に記載の半導体製造装置の性能監視装置。

【請求項6】前記制御部が、

前記動作部を構成する駆動系、給排気系、搬送系の動作状態の各データ及び前記処理データを記憶する手段と、記憶した各データに基づいて演算処理し、駆動系の動作時間、動作回数、ガス使用状況、排気系の排気時間、大気戻し時間、搬送系の搬送時間、基板入れ替え時間、及びこれらから基板処理枚数、リードタイム、稼働率、運転状態などの処理データを求める演算処理手段とを備えた請求項4または5に記載の半導体製造装置の性能監視装置。

【請求項7】前記出力部が、前記処理データを表示出力する手段を有する請求項4～6のいずれかに記載の半導体製造装置の性能監視装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体製造装置の動作部の動作状態を自動測定して装置性能を監視し得るようにした半導体製造装置の性能監視方法および装置に

関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体製造装置例えばマルチチャンバ型枚葉式プラズマCVD装置は、中央に真空搬送室を備え、この真空搬送室の周囲に放射状に基板予備室（ロードロック室）、加熱室、複数の成膜室が設けられ、前記真空搬送室とロードロック室、加熱室、成膜室間にはそれぞれゲートバルブが設けられる。このうちロードロック室には外部から基板を搬入搬出するための別なゲートバルブが設けられる。前記真空搬送室には、真空搬送ロボットが設けられ、この真空搬送ロボットは搬送アームを備えている。

【0003】上記構成において、例えば、真空搬送ロボットの基板取り出しの基本動作は次の通りである。成膜室と真空搬送室間のゲートバルブを開く。真空搬送ロボットの搬送アームを伸ばして成膜室に挿入する。基板支持ピンが下降して支持していた基板を搬送アームに移載する。搬送アームを縮めて成膜室から基板を取り出す。成膜室と真空搬送室間のゲートバルブを閉じる。この基板

取り出しの前後で、成膜室では真空排気系によりエバッケ（真空排気）し、またガス制御系によりリークガスを導入して大気戻ししたりする。

【0004】このように半導体製造装置は駆動系、給排気系などの動作部が多く、これらの動作部の動作が安定しないと、その性能を発揮できない。特に枚葉式処理装置は、基板を多数枚同時処理する縦型半導体装置と異なり、動作部が多く、これらの動作部の動作が安定しないと、動作スピードやメカ的信頼性が低下して枚葉装置の性能が十分に発揮できない。

【0005】通常、枚葉式処理装置が性能を発揮しているか否かは、プロセス動作時間の監視機能により判断していた。ある動作に許容動作時間を設け、この時間を越えると“警告”、“障害”などの判断をしていた。これらの“警告”、“障害”は、装置のトラブルの予兆を検知する役割がある。しかし、“警告”、“障害”は、許容時間を越えない限り認知できず、また許容時間は越えないものの、設計通りの時間で動作しているかどうかの確認ができなかった。つまり、プロセス動作時間の監視機能によっては、本当の意味で設計通りに動作しているか確認できなかった。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】そこで、枚葉式処理装置の動作部の動作確認を行うために、装置製作時の検収データや、運用時の運用データをストップウォッチ等で測定していた。また、動作部だけでなく、排気／大気戻し（リーク／エバッケ）性能も発揮できないとスループットに影響するため、リーク／エバッケ時間も、ストップウォッチによる測定対象になっていた。

【0007】しかし、いずれも手作業でデータを取得するため、データ取得に時間がかかり、出荷工程またはプ

ロセス工程を圧迫していた。また、ストップウォッチによりデータを取得するため、正確な時間の測定ができない。しかも寿命などの関係から測定回数をある程度増やさなければならないが、確認項目が多いため、実際には何回かストップウォッチで測定する程度だった。このため測定結果は出荷検査の対象とはならなかった。またデータが少ないので、経時変化により性能が落ちたとき、いちばんやくその変化を発見して、適切な対策を取ることができなかった。

【0008】本発明の課題は、従来人間が行なっていた測定作業を自動化することによって測定作業を軽減し、また作業者が適時に装置の性能を確認できるようにしてトラブルの予知、事故発生の兆候をつかむことが可能な半導体製造装置の性能監視方法および装置を提供することにある。また、本発明の目的は、確認を容易にするために測定結果の表示が可能な半導体製造装置の性能監視装置を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、半導体製造装置の動作部に動作状態を検出する監視用のセンサを設け、このセンサで検出した動作部の動作状態に基づいて半導体製造装置の性能を監視するようにした半導体製造装置の性能監視方法である。

【0010】ここで半導体製造装置としては、マルチチャンバ型枚葉式プラズマCVD装置の他に、インライン型枚葉式プラズマCVD装置、インライン型バッチ式プラズマCVD装置、インライン式スパッタ装置などにも適用できる。動作部は、駆動系、搬送系、給排気系などから構成され、例えば駆動系ではゲートバルブ、基板支持ピン、電極昇降機構等であり、搬送系では基板搬送口ボットなどであり、給排気系にあっては流量制御装置などである。

【0011】センサを使用して動作部の動作状態を監視すると、ストップウォッチで監視していた従来の方法に比べて、能率が上がり信頼性に優れる。

【0012】この場合において、装置を経済的なものとするためには、前記監視用のセンサとして、制御用または安全対策用として前記動作部に設けられている既存のセンサを使用するとよい。

【0013】また、前記既存のセンサを監視用のセンサとして使用するために前記センサの動作タイミングを時間軸上に並べ、センサから動作部の動作状態を検出し、検出したデータを演算処理して前記動作部の動作監視用データまたは装置性能算出用データを作成し、これを表示するようにするとよい。ここで、装置性能算出用データには装置性能保証用データも含まれる。また、動作監視用データは、動作部の動作状態に基づいて求めたもので、例えば、ゲートバルブにあっては開放(OPEN)時間、閉成(CLOSE)時間、動作回数、計測開始日時などである。基板支持ピンや電極昇降機構にあって

は、上昇(UP)時間、下降(DOWN)時間、動作回数、計測開始日時などである。また排気系やガス系にあってはリーク時間、エバック時間などである。装置性能算出用データは、例えば基板処理枚数、リードタイム、稼働率計算、運転状態モニタなどである。

【0014】前記したようにセンサの動作タイミングを時間軸上に並べて動作部の動作状態を自動で検出し、検出したデータを演算処理したものを、前記動作部の動作監視用データまたは装置性能算出用データとして使用すると、各動作部の個別監視とともに装置全体の性能監視ができる。また処理データを表示させると、性能監視が一層容易になる。

【0015】第2の発明は、半導体製造装置の動作部の動作状態を検出するセンサと、前記動作部を所定のシーケンスで動かすとともに、前記センサで検出した前記動作部の動作状態のデータを転送する副制御部と、該副制御部に所定のシーケンス命令を与えるとともに、前記副制御部から転送されてきたデータを取得し、演算処理して処理データを作成する主制御部と、前記主制御部で作成した処理データを動作監視用データまたは装置性能算出用データとして出力する出力部とを備えた半導体製造装置の性能監視装置である。

【0016】このようにセンサを利用して装置の動作部を監視するようにすると、動作部ないし装置が性能通りの機能を発揮しているか否かを容易にチェックできる。また動作監視用または装置性能算出用データを常時出力していると、装置での基板処理のスループット低下を監視することができる。また動作監視用または装置性能算出用データから装置運用時の運用状況を把握でき、これらのデータは効率良い運用のための改善の指標となるとともに、装置不具合発生の早期発見、対策の指標となる。

【0017】この場合において、監視用センサに既存の制御用または安全対策用のセンサを利用するとき、構造を簡素化でき、監視に費やす工数も減り、データ作成の負担が軽減できる。また、前記制御部が、駆動系、給排気系、搬送系の各動作データを記憶する手段と、記憶した各動作データに基づいて演算処理し、駆動系の動作時間、動作回数、ガス使用状況、排気系の排気時間、大気戻し時間、搬送時間、基板入れ替え時間、及びこれらから基板処理枚数、リードタイム、稼働率、運転状態などの装置性能を求める演算処理手段とを備えていると、動作データに基づいて各動作部の動作監視用データまたは装置性能算出用データを容易に求めることができる。また前記出力部が、取り出した処理データを表示出力する手段を有すると、装置の性能監視が一層容易になる。

#### 【0018】

【発明の実施の形態】以下に本発明に係る半導体製造装置の性能監視方法および装置の実施形態を説明する。こ

こでは、液晶表示用のガラス基板を製造する枚葉式の半導体製造装置について説明する。

【0019】図1に示すように、半導体製造装置の性能監視装置は、出力部としてのオペレーションユニット

1、主制御部としてのコントロールユニット4、副制御部としてのローカルコントローラ6、動作部監視用のセンサ200とからなり、ローカルコントローラ6に接続される動作部8の性能を監視する。

【0020】オペレーションユニット1は、アレンジメントパラメータ設定部2とパフォーマンスサーベイ表示手段3とを有する。アレンジメントパラメータ設定部2は、パフォーマンスサーベイ表示手段3に表示される表示画面の画面構成用データの定義と、コントロールユニット4のデータ取得／演算処理装置5で使用するデータの定義、設定値／初期値の設定を行う。パフォーマンスサーベイ表示手段3は、アレンジメントパラメータ設定部2から画面表示用パレットを作成し、データ取得／演算処理装置5から送信される処理データをスーパー・ポーズして画面表示する。

【0021】作業者がパスワードを設定するとパフォーマンスサーベイ表示手段3に測定結果が画面表示される。その画面構成は、例えば3画面構成とし、(1)動作時間測定／動作回数測定画面(図10)、(2)各チャンバ(槽)のガス使用状況測定画面(図11)、

(3)装置性能画面(図12)とする。パフォーマンスサーベイ表示手段3のデータ読み込み機能は、パフォーマンスサーベイ表示画面の表示時は、常時コントロールユニット4から処理データを取り出し、パフォーマンスサーベイ表示手段3上に表示する。

【0022】コントロールユニット4は、基板プロセス処理の制御を行うためのレシピと、装置の性能監視のためのシーケンス制御命令をローカルコントローラ6に出す機能、データ取得／演算処理装置5によりデータの記憶、加工、データ取得／演算処理機能などを有する。データ取得は、この機能でのサンプリング項目に関係するアレンジメントパラメータにおける設定情報をオペレーションユニット1から受け取り、出荷時または装置運用時(手動時含む)、設定情報にしたがいデータを取得する。また、データ演算処理は、取得したデータを必要に応じて演算処理し、処理データを作成する。

【0023】ローカルコントローラ6は、アクチュエータ制御シーケンス部7を有し、レシピとコントロールユニット4からの指示で動作部8を所定のシーケンスで動かし、それにより動作部8から動作データを検出(測定)し、検出したデータをコントロールユニット4へ転送する。

【0024】動作部8は、半導体製造装置を構成する各機構部のゲートバルブ9、基板支持ピン10、電極昇降機構11、給排気系12、搬送系13等である。これらには、これらの動作状態を検出するためのセンサ200

(209～213)が設けられる。センサ209はゲートバルブ9の開閉を、センサ210は基板支持ピン10の昇降を、センサ211は電極昇降機構11の昇降を、センサ212は給排気系12のガス流量などを、センサ213は搬送系13の動作状態をそれぞれ検出することができる。これらのセンサ200にはプロセス制御用または安全対策用として使用されている既存のセンサを利用する。

【0025】つぎに図2を用いて、上記動作部が組込まれている枚葉式の半導体製造装置を、マルチチャンバ型枚葉式プラズマCVD装置を例にとって具体的に説明する。

【0026】外形8角形状の真空搬送室21(T2)の周囲に放射状に第1ロードロック室22(M1)、第2ロードロック室23(M2)、基板加熱室24(M3)、SiN第1成膜室25(M4)、SiN第2成膜室26(M5)、a-Si(アモルファスシリコン)第1成膜室27(M6)、a-Si第2成膜室28(M7)、a-Si(n<sup>+</sup>)成膜室29(M8)が設けられる。放射状に設けられたこれらのチャンバと前記搬送室21との間にはそれぞれゲートバルブ30～37が設けられ、気密に連接するようになっている。また、チャンバのうち右側に位置する第1、第2ロードロック室22、23には大気搬送スタンド139(T1)からガラス基板40を搬入搬出するためのゲートバルブ38、39がそれぞれ設けられている。

【0027】前記真空搬送室21に真空基板搬送ロボット45が設けられ、この真空基板搬送ロボット45は2組の独立して駆動される搬送アーム46、47を具備し、2枚のガラス基板を一括して各室22～29に搬送することが可能である。また、ゲートバルブ38、39を介して第1、第2ロードロック室22、23と連結される大気搬送スタンド139には、搬送アーム49を有する基板搬送ロボット48と、複数ここでは4つのカセット41～44を保持するカセット棚50が設けられる。この基板搬送ロボット48によりカセット41～44と第1、第2ロードロック室22、23間にガラス基板40を搬送することが可能になっている。

【0028】次に、マルチチャンバ型枚葉式プラズマCVD装置を構成するSiN成膜室の構成を説明することによって、チャンバの基板支持ピン、電極昇降機構などの駆動系と、ガスを制御する給排気系の説明をする。

【0029】図3はSiN第1成膜室25またはSiN第2成膜室26の概略断面図を示す。チャンバは2槽構造になっている。なお、ゲートバルブは紙面と垂直な方向に取り付けられているので、図面上に表れていない。処理室52の天井面に上電極(カソード)53が設けられる。該上電極53には上部ヒータ54が埋設される。また上電極53の下面には多数のガス分散孔が穿設されたシャワープレート55が設けられる。処理室52の上

部には反応ガス導入管56が設けられ、これより導入された反応ガスをシャワープレート55より処理室52に供給するようになっている。

【0030】処理室52の下部にサセプタとしても機能する下電極(アノード)57が設けられ、該下電極57には下部ヒータ58が埋設されている。前記下電極57に昇降自在に設けた基板支持ピン59を介してガラス基板40が支持され、前記処理室52は排気管60と連通している。下電極57は、処理室52の底面を貫通する下電極支持ロッド61に固定される。支持ロッド61はペローズ62により気密に囲まれる。支持ロッド61の下端は電極昇降機構63に取り付けられ、電極昇降機構63を動かすことにより下電極57を昇降自在とする。下電極57を上限まで上昇すると内槽が形成されて、処理室52は内槽と外槽とに分離される。

【0031】また、成膜室25(26)に取り付けられたペニングゲージ64及びピラニゲージ65はチャンバ内の圧力を測定するセンサで、一方が真空センサ、他方が大気圧センサとして機能する。

【0032】上記した基板支持ピン59、電極昇降機構63の動作時間及び動作回数の検出は、モータドライバに取り付けた図示しないセンサにより行う。また給排気系となるガス導入管56及び排気管60におけるガスの使用状況は、図示しないマスフローコントローラ(MFC)の信号をA/D変換器に入力することによって測定する。

【0033】なお、ここでは説明しなかったが、a-Si第1成膜室27、a-Si第2成膜室28、a-Si(n+)成膜室29は、SiN第1成膜室25およびSiN第2成膜室26と類似の構造を備えている。また、第1、第2ロードロック室22、23、基板加熱室24、**真空搬送室21**は、図4～図6のような構造を備えている。ここでは符号の説明だけを行って詳細な説明を省略する。

【0034】図4は第1ロードロック室22または第2ロードロック室23を示し、70はチャンバ内を大気圧戻しするための窒素ガス(N<sub>2</sub>)を導入するリーク用N<sub>2</sub>導入口、71はチャンバ内のガスを排気する排気口、72は動作中にガラス基板40を保持する基板支持ピン、73はチャンバ内の圧力を測定するピラニゲージ、74はチャンバ内の圧力を測定するペニングゲージ、30(31)、38(39)はゲートバルブである。ゲートバルブの開閉は、ゲートバルブを開閉制御するアクチュエータに取り付けたセンサにより検出する。

【0035】図5は基板加熱室24を示し、80はヒータユニット、81は均熱板、82はヒータユニット昇降機構、83はACサーボモータである。図6は**真空搬送室21**を示し、45は**真空基板搬送ロボット**、90は基板検出センサ、91はターボ分子ポンプ、92はピラニゲージ、93はペニングゲージ、94は放射温度計、9

5はメイン排気バルブ、96はプレッシャスイッチである。

【0036】次に図2に戻り、搬送系を構成する**真空搬送室21**内に設けられた**真空基板搬送ロボット45**の動作を、搬送元例えば第1ロードロック室22から搬送先例えばSiN第2成膜室26にガラス基板40を搬送する場合を例にとって説明する。基板搬送ロボット48に昇降機構があるかないかで動作が異なってくるが、ここでは昇降機構がなく、第1ロードロック室22及び成膜室26内の基板支持ピンがそれぞれ昇降する場合について説明する。

【0037】まず、第1ロードロック室22内の基板を支持している基板支持ピン72が上昇する。アーム47が縮短した待機状態から伸長し、その先端を第1ロードロック室22に挿入して、ガラス基板40を基板支持ピン72からアーム47の先端に移載する。移載したらアーム47を縮短させて第1ロードロック室22から抜き取る。ここまでが搬送元からの基板取り出し区間である。

つぎに基板40を移載したアーム47を180°回転させ、アーム47を伸長して成膜室26に挿入する。成膜室26内の基板支持ピン59を上昇してガラス基板40をアーム47から基板支持ピン59に移載する。移載後、アーム47を縮短させ待機位置に戻す。ここまでが搬送先への基板入れ区間である。これで一連の搬送動作が完了する。

【0038】上記動作をタイムチャートで示せば図7の通りである。同図に示すように、この搬送動作に伴って搬送元のゲートバルブ30及び搬送先のゲートバルブ34は**真空基板搬送ロボット45**の動作と同期してオープン／クローズする。搬送元である第1ロードロック室22のゲートバルブ30は、搬送元より基板取り出し動作に先立ってクローズからオープンし、基板取り出し中はオープンを維持する。基板取り出し後、ゲートバルブ30をクローズし、次の取出しがあるまでクローズを維持する。

搬送先である成膜室26のゲートバルブ34は、搬送先への基板入れ区間のアーム回転時にクローズからオープンし、基板入れ中はオープンを維持する。

【0039】基板入れ後、ゲートバルブ34をクローズし、次の基板入れがあるまでクローズを維持する。ゲートバルブ30または34のオープン時の立上がり時間、またはクローズ時の立下がり時間がゲートバルブ動作時間Aとなり、ゲートバルブ開閉駆動用のアクチュエータに動作指示を出してから動作完了をセンサが認識するまでの時間である。また、搬送元より基板40を取り出し、搬送先への基板入れまでの時間を槽間搬送時間Bという。この槽間搬送時間Bは、例えばアーム位置をセンサで検出することにより測定する。

【0040】基板入れ後、成膜室26内の基板支持ピン59は下降して、基板40を下電極57上に移載する。

50 基板移載後、プラズマ発生空間を最小とするために下電

極57を上昇して内槽を形成する。

【0041】なお、基板搬送用ロボットに昇降機構があるときは、基板支持ピンは動作しないので、搬送タイムチャートは、搬送元より基板取出し区間では、①アーム下降、②アーム伸び、③アーム上昇、④取出しの順になる。また、搬送先へ基板入れ区間では、①アーム回転上昇、②アーム伸び、③アーム下降、④アーム縮の順となる。

【0042】ところで、動作部8の動作状態を検出する各センサは、次のようにしてローカルコントローラ6に検出データを送っている。

【0043】ゲートバルブ／基板支持ピン：センサはパラレルI／Oでローカルコントローラ6に接続される。

【0044】電極昇降機構：モータドライバに取り付けたセンサからシリアル通信でローカルコントローラ6に情報が報告される。

【0045】リーク／エバック時間：真空センサ、大気圧センサ等をパラレルI／Oでローカルコントローラに取り込む。

【0046】ガス系：ガス制御系に取り付けられたガスフローセンサの出力をA／D変換器にアナログ接続してA／D変換器を介してローカルコントローラに取り込んでいる。

【0047】図8は、上述した半導体製造装置の性能監視装置による性能監視処理のフローチャートを示す。この処理でのデータ取得（ステップ106）は、プロセス動作時を除いた出荷時、運用時に行う。自動運転で取得する場合も手動運転で取得する場合もある。

【0048】ステップ101のFD構築では、オペレーターがアレンジメントパラメータをFDに構築する。アレンジメントパラメータは前述したようにパフォーマンスサーバイ表示画面の構成用データの定義とデータ取得、演算処理で使用するデータの定義、初期設定などである。

【0049】ステップ103ではオペレーションユニット1においてFDからアレンジメントパラメータの読み込みを操作する。オペレーションユニット1はアレンジメントパラメータを読み込み、パフォーマンスサーバイ用表示画面に反映させるとともにコントロールユニット4に設定情報を転送する（ステップ104、105）。

【0050】ここでコントロールユニット4は、動作部8の動作状態を検出するためのレシピ及びシーケンス命令をローカルコントローラ6に送る（ステップ112）。ローカルコントローラ6は、コントロールユニット4からのシーケンス命令により、アクチュエータ制御シーケンス部7を使って、動作部8を動作させる（ステップ113）。ステップ106では、動作部8の動作状態を検出したセンサ200からローカルコントローラ6を介して次の4種類の項目のデータをコントロールユニット4は取得する。

【0051】(1) ゲートバルブ、基板支持ピン状態（ゲートバルブの開閉状態、基板支持ピンの位置）

(2) 電極昇降状態（電極の位置）

(3) ガス使用状況データ（リーク開始・終了時間、エバック開始・終了時間）

(4) 装置性能算出用データ（基板処理枚数、リードタイム、稼働率、運転状態モニタ）

上記(1)～(4)で取得したデータに基づいて装置性能を求める演算処理を行う（ステップ107）。

【0052】オペレーションユニット画面上から表示用画面を選択したとき（ステップ108）、オペレーションユニット1はコントロールユニット4から処理データを受け取り表示する（ステップ109、110）。このときパフォーマンスサーバイ表示画面、アレンジメントパラメータから画面表示用パレットを作成し、データ取得、演算処理で得られた処理データを載せてサーバイ表示手段3に表示する（表示画面は後述）。ステップ111ではオペレータがデータ取得、計算データをリセットしたいとき、画面上の「R」マークを押下するとデータリセット命令がオペレーションユニット1からコントロールユニット4に送信され、蓄積データは初期化される（ステップ102）。

【0053】ところで、前記したステップ106で取得する4つの項目の詳細は次の通りである。

(1) 動作時間測定

スループットに直接影響する機構における動作部の次の項目について、動作時間を0.1秒単位で測定する。測定時間は最大999.9秒（図10の表中のXXX. Xに対応）である。

【0054】(a) 駆動系（図7参照）

・ゲートバルブ動作時間（オープン／クローズ）…基板搬送時の時間A

・基板支持ピン動作時間（アップ／ダウン）…基板搬送時の時間C（なお装置によってピンが動くものと動かないものがある。）

・電極昇降機構動作時間（アップ／ダウン）…手動運転でプロセス時、ガスクリーニング時、残渣命令時に動作する下電極57の昇降動作時間（基板加熱室24にあってはヒータユニット昇降機構82の動作時間となる）

(b) 排気系（図10参照）

・ロードロック室M1、M2のエバック時間（前回、前々回、前々々回、前々々々回、前々々々々回（以下、単に過去5回という））…手動運転でエバック命令の実処理時間

・ロードロック室M1、M2のリーク時間（過去5回）

…手動運転でリーク命令の実処理時間

・加熱室M3、成膜室M4～M8のエバック時間（過去5回）…手動運転でエバック命令の実処理時間

・加熱室M3、成膜室M4～M8のリーク時間（過去5回）…手動運転でリーク命令の実処理時間

## (c) 搬送系(図7参照)

- ・槽間搬送時間…手動運転で搬送命令の実処理時間B
- ・真空基板搬送ロボット4.5による基板入れ替え時間…自動運転で成膜室M4～M8の基板が入れ替わる動作の実行時間
- ・大気基板搬送ロボット4.8による基板入れ替え時間…自動運転で大気基板搬送ロボット4.8がロードロック室M1、M2の基板を入れ替える実行時間

## (2) 動作回数測定(図10)

動作部の交換時などの予見のため、動作回数を取得する。また、回数をリセットでき、リセット日時も表示する。

- ・ゲートバルブ動作回数(オープン→クローズ回数)
- ・基板支持ピン動作回数(アップ→ダウン回数)
- ・電極昇降機構動作回数(アップ→ダウン回数)(加熱室はヒータユニット昇降機構動作時間)

## (3) ガス使用状況測定(図11)

## (a) 使用ガスマFCフルスケール値

(b) 成膜室2.4～2.9 ガス1～ガスX 使用流量積算値  
(ガス1～ガスXはガスの種類)

(c) 各反応ガスの使用状況を表示する。1分毎の流量を積算し、過去1時間の総流量を表示する。1時間当たりの使用量(SLM/h)。積算量のリセット可能。リセット日時も表示。

## (4) 装置性能算出(図12)

## (a) 総基板処理数(総処理数)

期間処理枚数…枚数のリセット可能。リセット日時も表示。

## 【0055】(b) リードタイム

## 最新の基板のリードタイム

リードタイムとは、カセットから基板取り出し開始～カセットへの基板格納完了までの時間をいう

## (c) MTBF/MTTR/稼働率計算

稼働率=MTBF/(MTBF+MTTR-メンテナンス時間)

MTBF：平均故障間隔であり、装置のモード遷移を示す図9において一点鎖線で囲った運転準備完了から運転中一時停止になったときまでの時間であり、次の2状態のいずれかにあるときになる。

【0056】①装置が基板処理可能状態で基板の処理を行っている時

②装置が基板処理可能状態で基板の投入を待っている状態の時

いずれも装置は基板処理可能状態であり、装置以外の要因(AGV(自走型搬送車)がカセットをもってこない等)により上記のように分類される。

【0057】MTTR：平均修復時間で、装置側の要因(装置清掃等のメンテナンス時間は除く)で装置において基板の処理ができない状態である。

## 【0058】(d) 運転状態モニタ

運転/待機/その他の状態パーセンテージ表示。一括りセット可能。リセット日時も表示。

## 【0059】(e) ソフトウェアのバージョン表示

次に、ステップ110の表示結果は図10～図12のようになる。

【0060】図10に駆動系/排気系の動作時間・回数測定画面を示す。ここに画面の横に表示されたM1～M8は各チャンバを意味する。

## 【0061】M1：第1ロードロック室2.2

10 M2：第2ロードロック室2.3

M3：基板加熱室2.4

M4：SiN第1成膜室2.5

M5：SiN第2成膜室2.6

M6：a-Si第1成膜室2.7

M7：a-Si第2成膜室2.8

M8：a-Si(n+)成膜室2.9

T1(M1)、T1(M2)は、第1、第2ロードロック室M1、M2の大気搬送スタンド1.3.9(T1)側のゲートバルブ3.8、3.9をそれぞれ意味する。また画面

20 の左横に表示された項目は、駆動系及び排気系を構成するゲートバルブ、基板支持ピン、電極昇降機構、リード時間(秒)、エバック時間(秒)を示す。

【0062】図11にガス使用状況画面を示す。各列はチャンバ種を、各行はガス種を示す。なおFSはフルスケールである。図12に装置性能画面を示す。基板処理枚数、リードタイム、稼働率計算、稼働率、運転状態モニタ、ソフトウェアバージョン一覧を表示する。

なお、ソフトウェアバージョン一覧のOU、CL、LCは下記コントローラの略称であり、表示されているバージョンは、それぞれ内包しているソフトウェアプログラムのプログラムバージョンである。

## 【0063】OU(Operation Unit)…操作部

CU(Control Unit)…主制御部

LC(Local Controller)…副制御部

このように実施形態によれば、プロセス管理用(装置制御用もしくは安全対策用)に使用されていた既存のセンサを性能監視用に利用している。動作部に取り付けられたプロセス管理用のセンサによって動作部から動作状態を自動検出して、それらの動作タイミングを時間軸上に並べ、またそれを加工することにより装置の動作監視、性能算出(保証)用データとして使用し、これらをオペレーションユニット1の表示手段3に出力表示する。

【0064】したがって、マルチチャンバ型枚葉式プラズマCVD装置の動作部の動作確認を行うためにストップウォッチ等でデータを測定する必要がなくなる。また、いずれのデータも自動で取得するため、データ取得には時間がかかりず、出荷工程またはプロセス工程を圧迫することもない。またセンサによりデータを自動取得するため、正確な時間の測定ができ、しかもデータは常に取得できるので、経時変化により性能が落ちたとき、

いちはやく変化を発見して、その対策を取ることができるものになる。また、動作確認項目が多くても自動測定だから実施可能であり、測定結果を出荷検査の条件とすることもできる。

【0065】また、既存のセンサを利用して装置の性能監視を表示手段に表示するようにしたので、装置運用時において、その装置が製作仕様書に記述された性能を發揮しているかを常時自動でチェックすることができる。測定（サーベイ）されたデータで装置運用時の運用状況を把握し、効率良い運用のための改善の指標とすることができる。さらに装置性能（スループット）に直接影響する動作部の動作時間、リーク／エバック時間が容易に監視でき、不具合箇所の早期発見、対策の手助けになる。また、装置出荷時の検収用時間データ測定の自動化をはかることにより測定工数の低減をはかる。また測定に費やす工数も減り、検収データ作成の負担が軽減される。また、装置での基板処理のスループット低下を監視することができる。

【0066】なお、実施の形態では、動作部の検出（測定）対象を、ゲートバルブ、基板支持ピン、電極昇降機構、リーク時間、エバック時間としたが、本発明はこれに限定されない。検出対象をさらに増加することもでき、それにより更にトータルな観点に立って装置性能を監視することも可能である。また基板は液晶表示用のガラス基板の他に、シリコンウェーハなどの半導体ウェーハであってもよい。

#### 【0067】

【発明の効果】本発明方法によれば、センサを利用して動作部を監視するデータを自動検出できるので、これに基づいて装置性能を監視することができることになり、ストップウォッチで監視していた従来の方法に比べて、能率が上がり信頼性に優れる。この場合において、既存センサを使用すると経済的であり、そのセンサの動作タイミングを時間軸上に並べて動作データを取り出し、動作部の動作監視用データまたは装置性能算出用データとして使用すると、各動作部の個別監視とともに装置全体の性能監視ができる。

【0068】また本発明装置によれば、センサを利用して装置の動作部を監視するようにしたので、動作部ないし装置が性能通りの機能を発揮しているか否かを容易にチェックできる。また動作監視用または装置性能算出用データから、装置での基板処理のスループット低下を監視することができる。また動作監視用または装置性能算出用データから装置運用時の運用状況を把握でき、これ

らのデータは効率良い運用のための改善の指標となるとともに、装置不具合発生の早期発見、対策の指標となる。

【0069】この場合において、既存センサを利用する、構造を簡素化でき、監視に費やす工数も減り、データ作成の負担が軽減できる。また、制御部が動作部の各動作データを記憶する記憶手段と、これらのデータを演算する演算処理手段とを備えていると、動作データに基づいて各動作部の動作監視用データまたは装置性能算出用データを容易に求めることができる。さらに表示出力手段を有して処理データを表示するようにすると、装置の性能監視が容易になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態による半導体製造装置の性能監視装置を構成するブロック図。

【図2】半導体製造装置の実施形態例を示すマルチチャンバ型枚葉式プラズマCVD装置の概略平面構成図。

【図3】図2に示す装置の基板搬送タイムチャート。

【図4】SiN成膜室の概略断面図。

【図5】ロードロック室の概略断面図。

【図6】加熱室の内部構造図。

【図7】真空搬送室の概略断面図。

【図8】実施の形態による半導体製造装置の性能監視方法を説明するフローチャート。

【図9】半導体製造装置のモード遷移図。

【図10】駆動系／排気系の動作時間・回数測定画面のレイアウト例を示す図。

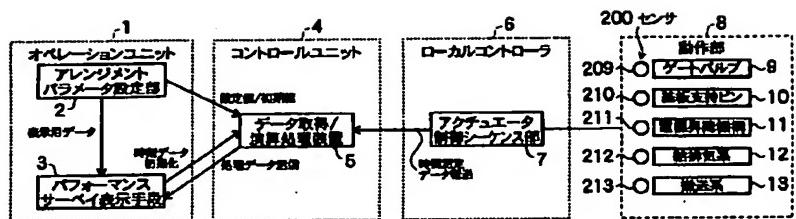
【図11】ガス使用状況画面のレイアウト例を示す図。

【図12】装置性能画面のレイアウト例を示す図。

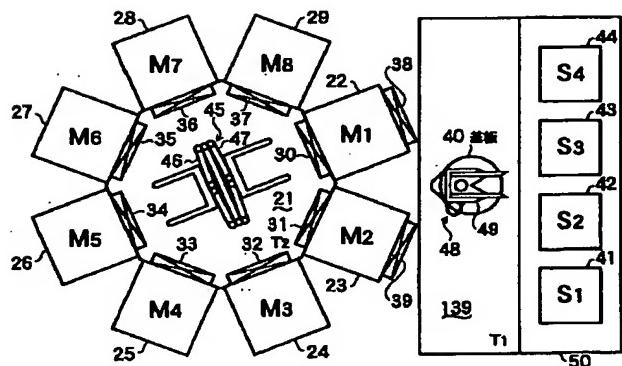
#### 【符号の説明】

- |    |                  |
|----|------------------|
| 1  | オペレーションユニット（出力部） |
| 2  | アレンジメントパラメータ設定部  |
| 3  | パフォーマンスサーベイ表示手段  |
| 4  | コントロールユニット（主制御部） |
| 5  | データ取得／演算処理装置     |
| 6  | ローカルコントローラ（副制御部） |
| 7  | アクチュエータ制御シーケンス部  |
| 8  | 動作部              |
| 9  | ゲートバルブ           |
| 40 | 10 基板支持ピン        |
|    | 11 電極昇降機構        |
|    | 12 給排気系          |
|    | 13 搬送系           |
|    | 200 センサ          |

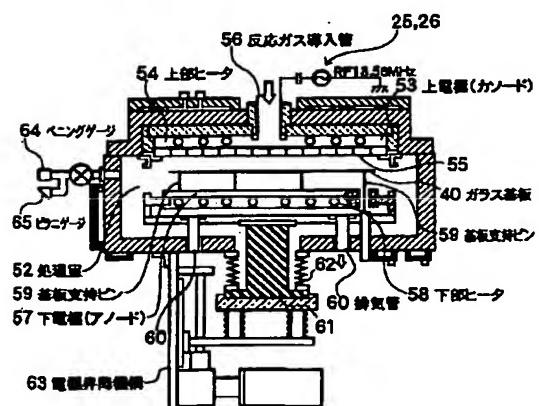
【図1】



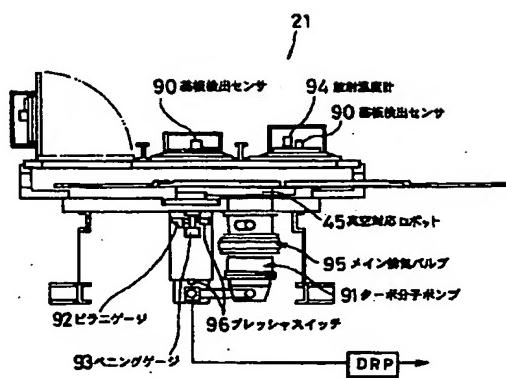
【図2】



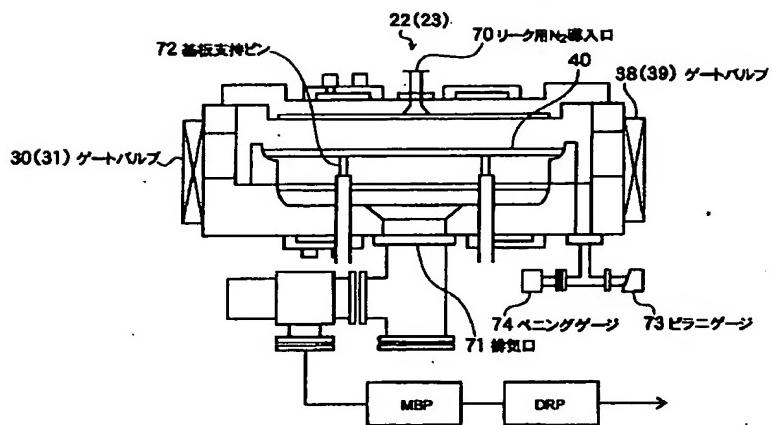
【図3】



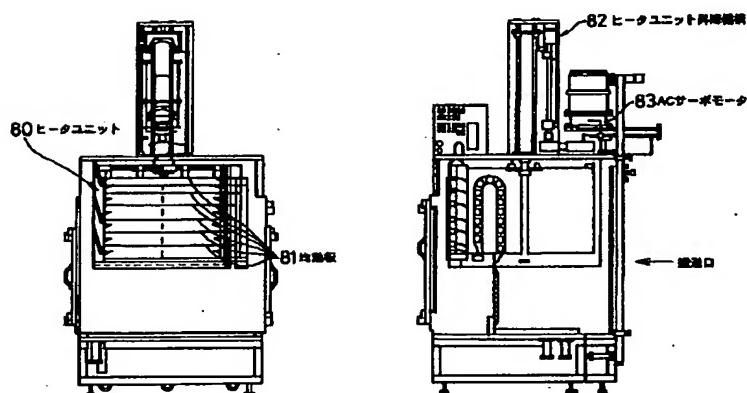
【図6】



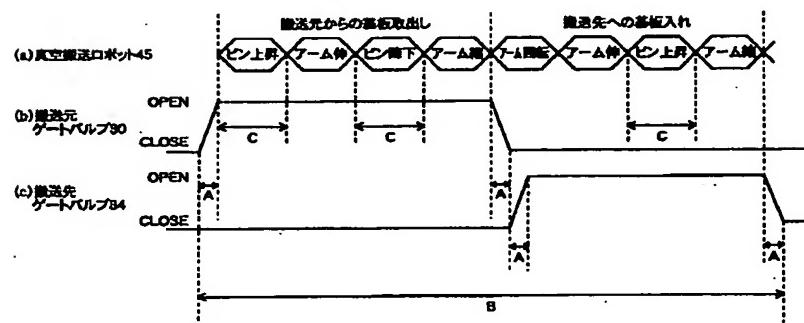
【図4】



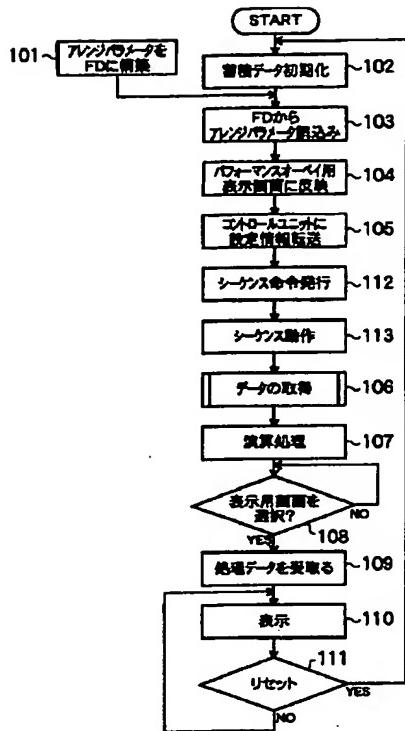
【図5】



【図7】



【図8】

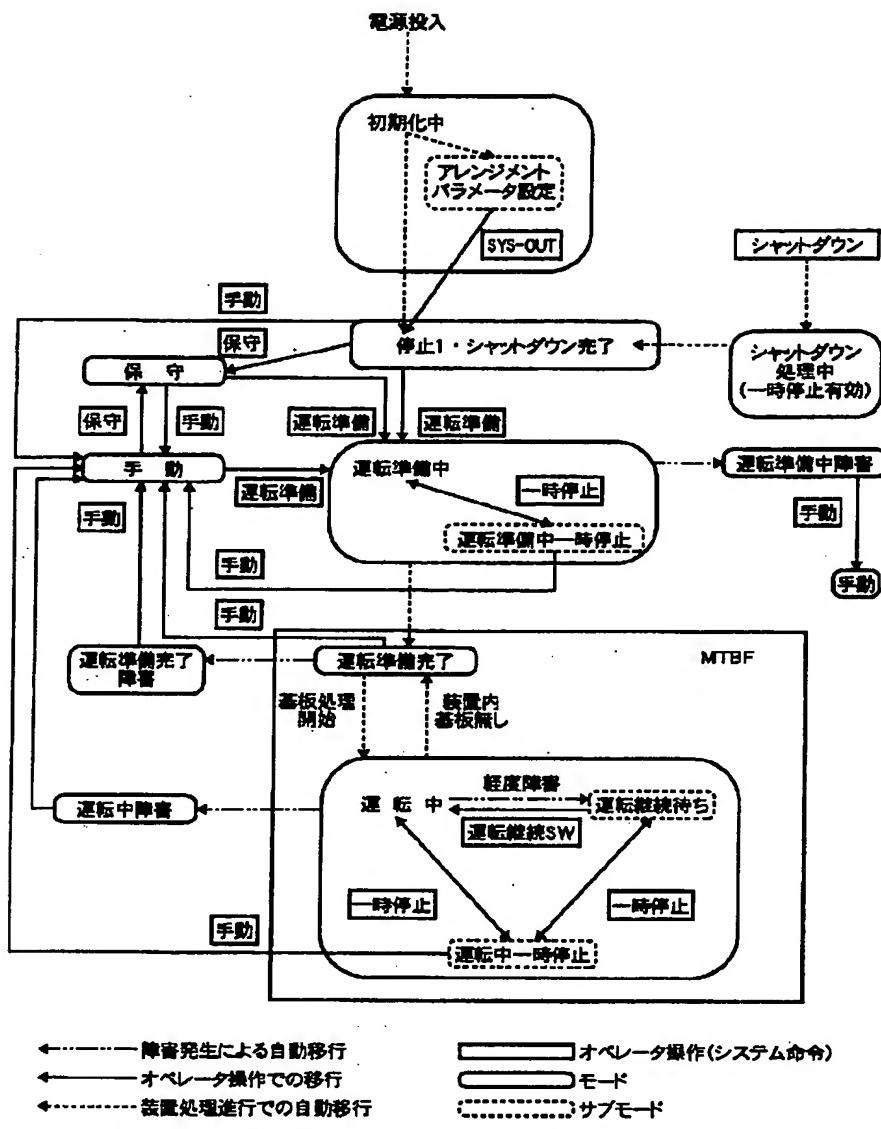


【図12】

基板処理枚数	XXXXXX枚		
	XXXXXX枚	XXXX/XX/XX~	R
リードタイム	XX分XX秒		
稼働率計算	(分)	MTBF	MTTR
	前四	XXXX	XXXX
	前ぐ四	XXXX	XXXX
	前ぐぐ四	XXXX	XXXX
	前ぐぐぐ四	XXXX	XXXX
	前ぐぐぐぐ四	XXXX	XXXX
		MTBF	
稼働率=	MTBF+MTTR-メンテナンス時間		25
運転状態モニタ	運転	%	
	待機	%	
	その他	%	
	R		
ソフトウェアバージョン一覧	CU		XXXX
	アレンジメントパラメータ		XXXX
	CU		XXXX
	LC1		XXXX
	LC2		XXXX
	LC3		XXXX

〔図10〕

【図9】



〔図11〕